

日本国特許庁 13.05.03
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 5月 2日

REC'D 27 JUN 2003

出願番号

Application Number:

特願2002-130411

[ST.10/C]:

[JP2002-130411]

出願人

Applicant(s):

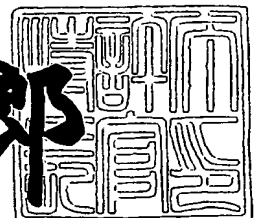
株式会社ブリヂストン

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045703

【書類名】 特許願
【整理番号】 22817B552
【提出日】 平成14年 5月 2日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G09F 9/37
【発明の名称】 画像表示装置
【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3-5-5

【氏名】 北野 創

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3-1-1

【氏名】 桜井 良

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3-5-5

【氏名】 二瓶 則夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都東大和市桜ヶ丘 2-223-1

【氏名】 薬師寺 学

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区宮内 3-21-33-304

【氏名】 高木 光治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3-5-5

【氏名】 村田 和也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町 3-1-1

【氏名】 岩淵 芳典

【発明者】

【住所又は居所】 東京都羽村市神明台 3 - 5 - 2 8

【氏名】 増田 善友

【特許出願人】

【識別番号】 000005278

【氏名又は名称】 株式会社ブリヂストン

【代理人】

【識別番号】 100078732

【弁理士】

【氏名又は名称】 大谷 保

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003171

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700653

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、粒子を移動させ画像を表示する画像表示装置において、基板の粒子が接触する面が体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の絶縁体で薄膜コーティングされ、絶縁体薄膜が設けられていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 前記絶縁体薄膜の厚さが $5 \mu\text{m}$ 以下である請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】 基板にコーティングする絶縁体が、その絶縁体表面と 1mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8kV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300V より大きい請求項 1 又は 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】 表示装置内の空隙が、 25°C における相対湿度が $60\% \text{RH}$ 以下の気体で満たされている請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 5】 下記式で示される、各粒子の粒子径分布 Span が 5 未満である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の画像表示装置。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(ただし、

$d(0.5)$ は粒子の 50% がこれより大きく、 50% がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、

$d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が 10% である粒径を μm で表した数値、

$d(0.9)$ はこれ以下の粒子が 90% である粒径を μm で表した数値とする。)

【請求項 6】 前記粒子の、下記関係式で表される溶剤不溶率が 50% 以上である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の画像表示装置。

$$\text{溶剤不溶率}(\%) = (B / A) \times 100$$

(ただし、 A は粒子の溶剤浸漬前重量を示し、 B は良溶媒中に粒子を 25°C で 4 時間浸漬後重量を示す。)

【請求項 7】 隔壁が形成され、表示部を複数の表示セルからなる請求項 1

～ 6 のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項 8】 前記複数の表示セルを形成する際に、隔壁がスクリーン印刷法、サンドブラスト法、感光体ペースト法及びアディティブ法のいずれかで形成されてなる請求項 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 9】 前記隔壁が片リブ構造である請求項 7 に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、粒子の飛翔移動に伴い画像を繰り返し画像表示、消去できる画像表示装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来より、液晶（LCD）に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2色粒子回転方式などの技術を用いた静電画像表示装置（ディスプレイ）が提案されている。

これらの画像表示装置は、LCDに比べて、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリー機能を有している等のメリットから、次世代の安価な表示装置として考えられ、携帯端末用表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。

【 0 0 0 3 】

最近、分散粒子と着色溶液からなる分散液をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置する電気泳動方式が提案されている。しかしながら、電気泳動方式では、低比重の溶液中に酸化チタンなどの高比重の粒子を分散させているために、沈降しやすく、分散状態の安定性維持が難しく、また、色をつけるために溶液に染料等を添加しているために長期保存性に難があり、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにし、見かけ上、前述の欠点が現れ難くしているだけであって、本質的な問題は何ら解決されていない。

一方、溶液中での粒子挙動を利用した電気泳動方式に対し、溶液を全く使わない方式も提案されている。例えば、特開平2001-34198、特開平2001-215902 に代表されるような、粒子と基板から成る気体中での粒子挙動を利用した方式である。これらは、溶液を全く用いないために、電気泳動方式で問題となっていた粒子の沈降、凝集等の問題は解決される。しかしながら、駆動電圧が大幅に高くなり、電気泳動方式が数十V程度で粒子を移動可能であったのに対し、数百V以上でないと粒子を移動できないという新たな問題を生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記実情に鑑みて鋭意検討されたものであり、安価な、かつ、安定性向上と駆動電圧低減の両立を可能にする画像表示装置を提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、粒子を移動させ画像を表示する画像表示装置において、基板の粒子が接触する面を体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の絶縁体で薄膜コーティングすることにより、前記の目的を達成することを見出し、本発明に至った。

ここで、本発明の完成に至る技術背景について説明する。

静電気を活用した表示方法については、対向する基板間に粒子を封入した表示装置に何らかの手段で基板表面に電荷が付与される。正に帯電した基板部位に向かっては負に帯電した粒子がクーロン力により引き寄せられ、また、負に帯電した基板部位に向かっては正に帯電した粒子がクーロン力により引き寄せられ、それら粒子が対向する基板間を往復移動することにより、画像表示がなされる。

ここで、ディスプレイとしては粒子が低電圧で駆動できるように、表示装置を設計することが重要となってくる。

ところが、これまでは、繰り返し時あるいは保存時の安定性を実現しようとすると、それを阻害する主要因である溶液を全く用いない、粒子と基板を基本構成要素とする、いわゆる乾式タイプの静電表示を選択し、逆に、駆動電圧の低減化

を実現しようとする、溶液中での電気泳動を利用した、粒子と基板と粒子が泳動する十分な溶液を基本構成要素とする、いわゆる湿式タイプの静電表示を選択せざるを得なかった。すなわち、沈降、凝集を避けた繰り返し時、保存時の安定性向上化と、駆動電圧の低減化とは二律背反し、両立は困難であった。

この要因の一つは気相中では粒子と基板の付着力が溶液中のそれよりも強いためであると考えられる。

本発明では、予め体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の絶縁体で薄膜コーティングした基板を用いることにより、先に述べた繰り返し時、保存時の安定性向上と、駆動電圧低減とを両立できることを見出したものである。

【0006】

すなわち本発明は、以下の画像表示装置を提供するものである。

(1) 少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、粒子を移動させ画像を表示する画像表示装置において、基板の粒子が接触する面が体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の絶縁体で薄膜コーティングされ、絶縁体薄膜が設けられている画像表示装置。

(2) 前記絶縁体薄膜の厚さが $5 \mu\text{m}$ 以下である上記 (1) の画像表示装置。

(3) 基板にコーティングする絶縁体が、その絶縁体表面と 1 mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8 kV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300 V より大きい上記 (1) 又は (2) の画像表示装置。

(4) 表示装置内の空隙が、 25°C における相対湿度が $60\% \text{ RH}$ 以下の気体で満たされている上記 (1) ~ (3) のいずれかの画像表示装置。

(5) 下記式で示される、各粒子の粒子径分布 Span が 5 未満である上記 (1) ~ (4) のいずれかの画像表示装置。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(ただし、

$d(0.5)$ は粒子の 50% がこれより大きく、 50% がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、

$d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が 10% である粒径を μm で表した数値、

d (0.9) はこれ以下の粒子が90%である粒径を μm で表した数値とする。)

(6) 前記粒子の、下記関係式で表される溶剤不溶率が50%以上である上記(1)～(5)のいずれかの画像表示装置。

$$\text{溶剤不溶率 (\%)} = (B / A) \times 100$$

(ただし、Aは粒子の溶剤浸漬前重量を示し、Bは良溶媒中に粒子を25℃で24時間浸漬後重量を示す。)

(7) 隔壁が形成され、表示部を複数の表示セルからなる上記(1)～(6)のいずれかの画像表示装置。

(8) 前記複数の表示セルを形成する際に、隔壁がスクリーン印刷法、サンドブラスト法、感光体ペースト法及びアディティブ法のいずれかで形成されてなる上記(7)の画像表示装置。

(9) 前記隔壁が片リブ構造である上記(7)の画像表示装置。

【0007】

【発明の実施の形態】

本発明の画像表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、粒子を移動させ画像を表示する画像表示装置において、基板の粒子が接触する面が体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の絶縁体で薄膜コーティングされ、絶縁体薄膜が設けられている。

粒子を移動させる力としては、例えば、クーロン力が挙げられる。

本発明の画像表示装置は、2種以上の色の異なる粒子を基板と垂直方向に移動させることによる表示方式(図1参照)と、1種の色を粒子を基板と平行方向に移動させることによる表示方式(図2参照)とのいずれへも適用できるが、安定性の上から、前者の方式に適用するのが好ましい。

【0008】

本発明の画像表示装置の装置構造例を図3に示す。

対向する基板1、基板2及び粒子3、また、必要に応じて設ける隔壁4により形成される。

基板1、基板2の少なくとも一方は装置外側から粒子の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。可とう性

の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可とう性のある材料、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器表示等の用途には可とう性のない材料が好適である。

基板材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレン、ポリカーボネイトなどのポリマーシートや、ガラス、石英などの無機シートが挙げられる。

【0009】

基板の厚みは、 $2\mu\text{m}\sim 5000\mu\text{m}$ 、好ましくは $5\sim 1000\mu\text{m}$ が好適であり、薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合にはフレキシビリティに欠ける。

基板には、必要に応じて電極を設けても良い。

電極を設けない場合の表示方法は、基板外部表面に静電潜像を与え、その静電潜像に応じて発生する電界にて、所定の帯電した色のついた粒子を基板に引き寄せあるいは反発させることにより、静電潜像に対応して配列した粒子を透明な基板を通して表示装置外側から視認する方法である。なお、この静電潜像の形成は、電子写真感光体を用い通常の電子写真システムで行われる静電潜像を本発明の表示装置基板上に転写形成する、あるいは、イオンフローにより静電潜像を直接形成する等の方法で行うことができる。

【0010】

電極を設ける場合の表示方法は、電極部位への外部電圧入力により、基板上の各電極位置に生じた電界により、所定の帯電した色の粒子が引き寄せあるいは反発させることにより、静電潜像に対応して配列した粒子を透明な基板を通して表示装置外側から視認する方法である。

電極は、透明かつパターン形成可能である導電性材料で形成され、例示すると、酸化インジウム、アルミニウムなどの金属類、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェンなどの導電性高分子類が挙げられ、真空蒸着、塗布などの形成手法が例示できる。なお、電極厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障なければ良く、 $5\sim 5000\text{nm}$ 、好ましくは $5\sim 500\text{nm}$ が好適である。

この場合の外部電圧入力は、直流あるいは交流を重畳しても良い。

【0011】

本発明の画像表示装置は、前記したように、基板の粒子が接触する面が体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の絶縁体で薄膜コーティングされて、絶縁体薄膜が設けられ、これにより粒子-壁面間の付着力を減少させることにより、粒子-壁面付着力が大きく低減し、粒子が壁面から離れやすくなることにより駆動電圧の低減が達成される。

ここで、粒子壁面付着力としては、電気影像力、分子間力、液架橋力、誘電分極力、接触帯電付着力、粒子変形による付着などが挙げられるが、特に乾式ディスプレイに用いるような粒子においては電気影像力が大きな付着因子となっている。

【0012】

本発明において、コーティングする絶縁体としては、例えば、フッ素樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂、ポリカーボネート樹脂などの低誘電率高分子樹脂、 SiO_2 、金属酸化物などの無機物質、シリカ微粒子などの透明フィラー、あるいはそれらをブレンドしたものが挙げられ、液架橋力、分子間力なども考慮した場合、フッ素樹脂、 SiO_2 などが特に好ましい。

本発明において、絶縁体の体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上であり、 $10^{14} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上であることが好ましい。

【0013】

コーティングされた絶縁体薄膜の厚みは、 $5 \mu\text{m}$ 以下であると好ましく、 $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ であるとさらに好ましい。

絶縁体薄膜が $5 \mu\text{m}$ を超えて厚すぎると電気影像力の減少はあるものの、絶縁体コーティングを施さないような状態で同じ電圧を印加した時と比べて電界が減少することがあり、粒子を動かすクーロン力が減少してしまうためである。この現象はコーティング厚みが $5 \mu\text{m}$ 以下になるとほとんど無視できる。

絶縁体薄膜が $0.1 \mu\text{m}$ 未満と薄すぎると電気影像力の低減が不十分になってしまうことがある。

【0014】

絶縁体のコーティング方法は、印刷方式、ディッピング方式、静電塗装方式、スパッタ方式、蒸着方式、ロールコータ法、プラズマ処理などが挙げられるが、これに限定されるものではない。

基板をコーティングする絶縁体としては、電荷減衰の遅い、具体的には次の測定に合致する樹脂を選択することが好ましい。

具体的には、基板にコーティングする絶縁体を実際コーティングするものと同様の厚みをもったフィルム状にして、そのフィルム表面と1mmの間隔をもって配置されたコロナ放電器に、8kVの電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、0.3秒後における表面電位の最大値が300Vより大きい、好ましくは400Vより大きい樹脂を、コートする樹脂として選択すると良い。これは、粒子の電荷が基板を介して減衰してしまうことを防止するためである。

【0015】

なお、上記表面電位の測定は、例えば図4に示した装置（QEA社製CRT2000）により行なうことが出来る。この装置の場合は、前述したフィルムを表面に配置したロールシャフト両端部をチャック21にて保持し、小型のコロトロン放電器22と表面電位計23とを所定間隔離して併設した計測ユニットを上記ロールシャフト上に配置したフィルムの表面と1mmの間隔を持って対向配置し、上記ロールシャフトを静止した状態のまま、上記計測ユニットをロールシャフトの一端から他端まで一定速度で移動させることにより、表面電荷を与えつつその表面電位を測定する方法が好適に採用される。測定環境は温度 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5\text{RH}\%$ とする。

【0016】

また、コーティングする絶縁体の、下記関係式で表される樹脂の溶剤不溶率が50%以上であると好ましく、70%以上であるとさらに好ましい。

$$\text{溶剤不溶率}(\%) = (B/A) \times 100$$

（ただし、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量を示し、Bは良溶媒中に樹脂を 25°C で24時間浸漬後重量を示す）

この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に基板表面にブリードが発生し

、粒子間の付着力に影響を及ぼし粒子の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。

なお、この溶剤不溶率を測定するための絶縁体に対する溶剤（良溶媒）としては、フッ素樹脂に対してはメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂に対してはメタノール等、アクリルウレタン樹脂に対してはメチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂に対してはアセトン、イソブパノール等、及びシリコーン樹脂に対してはトルエン等が好ましい。

【0017】

本発明の画像表示装置は、必要に応じて、対向する基板をつなぐ隔壁を形成し、表示部を複数の表示セルから形成しても良い。

隔壁の形状は、表示用の粒子のサイズにより適宜最適設定され、限定されないが、隔壁の幅は $10 \sim 1000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $30 \sim 500 \mu\text{m}$ に、隔壁の高さは $10 \sim 5000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $10 \sim 500 \mu\text{m}$ に調整される。

また、隔壁を形成するにあたり、対向する両基板の各々にリブを形成した後に接合する両リブ法、片側の基板上にのみリブを形成する片リブ法が考えられるが、本発明では、接合時のずれを防止する狙いから、片リブ法による隔壁形成が好ましい。

これらリブからなる隔壁により形成される表示セルは、図5に示すごとく、基板平面方向からみて四角状、三角状、ライン状、円形状が例示される。

表示側から見える隔壁断面部分に相当する部分（表示セルの枠部の面積）はできるだけ小さくした方が良く、画像表示の鮮明さが増す。

【0018】

隔壁の形成方法としては、スクリーン印刷法、サンドブラスト法、感光体ペースト法、アディティブ法が挙げられる。

スクリーン印刷法では、以下のようなプロセスにて隔壁が形成される（図6参照）。

（1）隔壁材料となるペーストを作製する。

（2）隔壁パターンを印刷できるステンレスメッシュ、ポリエステルメッシュなどからなる製版を準備する

(3) 片側の基板（必要に応じて、前述した電極パターンを形成した基板）の上に、製版を介して、ペーストを塗布転写する。

(4) 加熱などにより硬化させる。

(5) (3) ~ (4) を、所定の厚み（隔壁の高さに相当）になるまで繰り返し、所望とする隔壁形状を形成する。

(3) の製版は、所定の隔壁パターンを印刷できればいずれでも良いが、例えば、高テンションを確保するためにメッキ処理したメッシュ、高張力材料メッシュなどの金属メッシュ、ポリエステルメッシュ、テトロンメッシュなどの化学繊維メッシュ、あるいは、版枠と印刷エリアの間にポリエステルメッシュを接合したコンビネーションタイプメッシュなどを用いることができる。

スクリーン印刷は、通常のスクリーン印刷機を用いることができ、前記製版を介して、ペーストをスキージ、スクレーパーを使い、基板上に転写させる。この場合、スキージのアタック角度は $10 \sim 30$ 度、好ましくは $15 \sim 25$ 度、スキージ速度は $5 \sim 500 \text{ mm/sec}$ 、好ましくは $20 \sim 100 \text{ mm/sec}$ 、スキージ印圧は $0.1 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ 、好ましくは $0.5 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$ とすることが好ましい。

【0019】

サンドブラスト法では、以下のようなプロセスにて隔壁が形成される（図7参照）。

(1) 隔壁材料となるペーストを作製する。

(2) 片側の基板（必要に応じて、前述した電極パターンを形成した基板）の上に、ペーストを塗布し、乾燥硬化させる。

(3) その上に、ドライフィルムフォトリソを貼りつける。

(4) 露光、エッチングで隔壁となるパターン部分のみを残す。

(5) レジストが除去されたパターン部分を、サンドブラストにより、所定のリブ形状となるまでエッチングする。

なお、サンドブラストする場合、留意すべきことは、研磨材に加えるエア圧力と研磨材の噴射量のバランスを調整して、サンドブラスト装置ノズルから噴射される研磨材の直進性をできるだけ確保することであり、これにより、研磨材の

余分な拡散が少なくなるために、形成される隔壁の最終形状がきれいになる（特に隔壁のサイドエッジが少なくなる）。

また、サンドブラストに用いる研磨材は、ガラスビーズ、タルク、炭酸カルシウム、金属粉体などをも用いることができる。

【0020】

感光体ペースト法では、以下のようなプロセスにて隔壁が形成される（図8参照）。

- (1) 感光性樹脂を含む感光性ペーストを作製する。
- (2) 片側の基板（必要に応じて、前述した電極パターンを形成した基板）の上に、感光性ペーストを塗布する。
- (3) フォトマスクを用いて、隔壁に相当する部位にのみ露光し、感光ペーストを硬化させる（必要に応じて、所望の隔壁高さになるまで（2）及び（3）を繰り返す）。
- (4) 現像して、非硬化部分を取り除く。
- (5) 必要に応じて、硬化部分を焼成する

なお、感光性ペーストは、少なくとも無機粉体、感光性樹脂、光開始剤を含み、その他成分として溶剤、樹脂、添加剤からなると良い。

【0021】

アディティブ法では、以下のようなプロセスにて隔壁が形成される（図9参照）。

- (1) 基板上にフォトレジストフィルムを貼り付ける。
- (2) 露光エッチングにより、形成させたい隔壁と隔壁の間になる部分のみにフォトレジストフィルムを残す。
- (3) 隔壁材料となるペーストを作製し、硬化させる。
- (4) フォトレジストフィルムを取り除き、所定の隔壁形状を形成する。

【0022】

次に、隔壁用のペーストについて述べる。

ペーストは、少なくとも無機粉体、樹脂を含み、その他成分として溶剤、添加剤等からなる。

ペースト中の無機粉体としては、セラミック粉体やガラス粉体を使用し、1種あるいは2種以上を組み合わせて使用する。

セラミック粉体を例示すると、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 CuO 、 MgO 、 TiO_2 、 ZnO_2 などの酸化物系セラミック、 SiC 、 AlN 、 Si_3O_4 などの非酸化物系セラミックが挙げられる。

ガラス粉体を例示すると、原料となる SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 、 ZnO を溶融、冷却、粉砕したものが挙げられる。なお、ガラス粉体のガラス転移点 T_g は $300 \sim 500^\circ C$ にあることが好ましく、この範囲だと焼成プロセスでの低温化がはかれるので、樹脂へのダメージが少ないメリットがある。

【0023】

下記式で示される前記無機粉体の粒子径分布Spanが8以下、好ましくは5以下であることが必要である。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(ただし、

$d(0.5)$ は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、

$d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が10%である粒径を μm で表した数値、

$d(0.9)$ はこれ以下の粒子が90%である粒径を μm で表した数値とする。)

Spanを8以下とすることにより、ペースト中の無機粒子のサイズが揃い、先に述べたペーストを塗布～硬化するプロセスを繰り返し積層しても、精度良い隔壁形成を行うことができる。

さらに、ペースト中の無機粒子の平均粒子径について、 $d(0.5)$ を $0.1 \sim 20 \mu m$ 、好ましくは $0.3 \sim 10 \mu m$ とすることが好ましい。この範囲にすることにより、繰り返し積層時に精度良い隔壁形成を行うことができる。

なお、前記粒子径分布及び粒径は、レーザー回折／散乱法などから求めることができる。測定対象となる粒子にレーザー光を照射すると空間的に回折／散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒子径と対応関係があることから、粒子径及び粒子径分布が測定できる。この粒子径及び粒子径分布は、体積基準分布から得られたものである。具体的には、Mastersizer2000 (Malvern

Instruments Ltd.) 測定機を用いて、窒素気流中に粒子を投入し、付属の解析ソフト (Mail理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト) にて、測定を行うことができる。

【0024】

ペースト中の樹脂としては、無機粉体を含有でき、所定の隔壁形状を形成できればいずれでも良く、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、反応性樹脂が挙げられるが、要求される隔壁物性を考慮し、分子量、ガラス転移点ができるだけ高い方がよい。例示すると、アクリル系、スチレン系、エポキシ系、フェノール系、ウレタン系、ポリエステル系、尿素系などが挙げられ、特に、アクリル系、エポキシ系、ウレタン系、ポリエステル系が好適である。

また、溶媒としては、前述した無機粉体、樹脂を相溶すればいずれでも良く、例示すると、フタル酸エステル、トルエン、キシレン、ベンゼンなどの芳香族溶剤、オキシアルコール、ヘキサノール、オクタノールなどのアルコール系溶剤、酢酸エステルなどのエステル系溶剤が挙げられ、通常、無機粉体100重量部に対して0.1～50重量部が添加される。

その他、必要に応じて、染料、重合禁止剤、可塑剤、増粘剤、分散剤、酸化防止剤、硬化剤、硬化促進剤、沈降防止剤をペーストに加えても良い。

これらから成るペースト材料は、所望の組成にて、混練機、攪拌機、3本ローラなどにて分散調合され、作業性を加味すると、粘度を500～300000cpsとすることが好ましい。

【0025】

次に、本発明の画像表示装置で使用する画像表示用粒子（以下、粒子とも言う）について述べる。

粒子の作製は、必要な樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉碎しても、モノマーから重合しても、あるいは既存の粒子を樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしても良い。

以下に、樹脂、帯電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン変性アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン

樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

【 0 0 2 6 】

帯電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4級アンモニウム塩系化合物、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体などが挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。

着色剤の例としては、塩基性、酸性などの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガルなどが例示される。

無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドニウムイエロー、カドニウムレッド、カドニウムオレンジ、チタンイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、マンガンフェライトブラック、コバルトフェライトブラック、銅粉、アルミニウム粉などが挙げられる。

【 0 0 2 7 】

また、粒子を構成する樹脂の吸水率、溶剤不溶率を管理することにより、粒子の繰り返し耐久性が向上する。

粒子を構成する樹脂の水率は、通常3%以下、好ましくは2%以下とするのが良い。なお、吸水率の測定は、ASTM D570に準ずるものとする。測定条件は、23℃、24時間である。

【 0 0 2 8 】

また、粒子の溶剤不溶率が50%以上であると好ましく、70%以上であるとさらに好ましい。

$$\text{溶剤不溶率 (\%)} = (B / A) \times 100$$

(ただし、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量を示し、Bは良溶媒中に樹脂を25℃で2

4 時間浸漬後重量を示す)

この溶剤不溶率が 5 0 % 未満では、長期保存時に粒子表面にブリードが発生し、粒子間の付着力に影響を及ぼし粒子の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。

なお、この溶剤不溶率を測定するための粒子に対する溶剤（良溶媒）としては、フッ素樹脂に対してはメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂に対してはメタノール等、アクリルウレタン樹脂に対してはメチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂に対してはアセトン、イソブパノール等、及びシリコーン樹脂に対してはトルエン等が好ましい。

【 0 0 2 9 】

本発明の画像表示装置で使用する粒子は球形であることが好ましい。

本発明で使用する粒子の粒子径分布 Span は 5 未満であると好ましく、3 未満であるとさらに好ましい。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(ただし、

$d(0.5)$ は粒子の 5 0 % がこれより大きく、5 0 % がこれより小さいという粒径を μm で表した数値、

$d(0.1)$ はこれ以下の粒子の比率が 1 0 % である粒径を μm で表した数値、

$d(0.9)$ はこれ以下の粒子が 9 0 % である粒径を μm で表した数値とする。)

Span を 5 未満に納めることにより、各粒子のサイズが揃い、均一な粒子移動が可能となる。

【 0 0 3 0 】

また、画像表示に用いる粒子の平均粒子径について、 $d(0.5)$ を 0. 1 ~ 5 0 μm とすると好ましい。この範囲より大きいと表示上の鮮明さに欠けることがあり、この範囲より小さいと粒子同士の凝集力が大きすぎるために粒子の移動に支障をきたすことがある。

さらに、各粒子の相関について、使用した粒子のうち、最大径を有する粒子の $d(0.5)$ に対する、最小径を有する粒子の $d(0.5)$ の比を 5 0 以下、好ましくは 1 0 以下とすると好ましい。たとえ粒子径分布 Span を小さくしたとしても、互い

に極性の異なる粒子が互いに反対方向に動くので、互いの粒子サイズが近く、互いの粒子が等量づつ反対方向に容易に移動できるようにするのが好適であるからである。

なお、前記粒子径分布及び粒径は、前述した無機粉体と同様にして測定できる。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の画像表示装置は、基板間の粒子を取り巻く空隙部分の気体を管理することにより、表示安定性向上に寄与する。具体的には、空隙部分の気体の湿度について、25℃における相対湿度を60%RH以下にすると好ましく、50%RH以下にするとさらに好ましく、35%RH以下にすると特に好ましい。

空隙部分とは、図4の画像表示装置において、対向する基板1、基板2に挟まれる部分から、粒子3の占有部分、隔壁4の占有部分、装置シール部分を除いた、いわゆる粒子が接する気体部分を言う。

気体は、先に述べた湿度領域であれば、その種類は限定されず、乾燥空気、窒素、アルゴン、ヘリウムなどが好適である。

気体は、その湿度が保持されるように装置に封入することが必要であり、例えば、粒子、基板などを所定湿度環境下にて組み立て、さらに、外からの湿度侵入を防ぐシール材、シール方法を施すことが好ましい。

【 0 0 3 2 】

なお、本発明の画像表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話などのモバイル機器の表示部、電子ブック、電子新聞などの電子ペーパー、看板、ポスター、黒板などの掲示板、コピー機、プリンター用紙代替のリライタブルペーパー、電卓、家電製品の表示部、ポイントカードなどのカード表示部などに用いられる。

【 0 0 3 3 】

【実施例】

次に実施例を示して、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例により限定されるものではない。

なお、各実施例及び比較例において、絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置

の機能評価は以下のようにして測定、評価した。

(1) コーティングする絶縁体（樹脂）の体積抵抗

銅板にコーティングする絶縁体（樹脂）を塗布し、JIS H 0505-1975に従って測定した。

(2) コーティングする絶縁体（樹脂）の帯電電位

コーティングする絶縁体（樹脂）のみを別にキャストリングして、電荷減衰測定用のサンプルを作製した。次に、QEA製CRT2000装置を用い、1 mmの間隔をもって配置されたコロナ放電器に、8 kVの電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させ、0.3秒後における表面電位を測定した。なお、測定環境は温度22℃、湿度50RH%とした。

(3) 画像表示用粒子の含水量

カールフィッシャー装置を用いて、画像表示装置内の粒子含水量を測定した。

【0034】

(4) 溶剤不溶率

画像表示用粒子について、MEK溶剤中に25℃で24時間浸漬し、100℃で5時間乾燥後の重量を測定した。浸漬前後の重量変化より、次の式にしたがって、溶剤不溶率を測定した。

$$\text{溶剤不溶率 (\%)} = (B / A) \times 100$$

(ただし、Aは粒子の溶剤浸漬前重量を示し、Bは粒子の良溶媒中への浸漬後樹脂重量を示す)

(5) 粒子の粒子径分布及び粒子径

Mastersizer2000 (Malvern Instruments Ltd.) 測定機に各粒子を投入し、付属のソフト（体積基準分布を基に粒子径分布、粒子径を算出するソフト）を用いて、下記式より粒子径分布Spanを求めた。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(ただし、

d(0.5) は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒径をμmで表した数値、

d(0.1) はこれ以下の粒子の比率が10%である粒径をμmで表した数値、

d (0.9) はこれ以下の粒子が 9 0 % である粒径を μm で表した数値とする。) となる。

【 0 0 3 5 】

(6) 画像表示装置の機能評価

作製した画像表示装置に対し、印加する電圧を上げていき、粒子が移動して表示が可能となる電圧を最低駆動電圧として測定した。具体例を示すと、図 1 0 に示す閾値となる電圧を最低駆動電圧とした。

次に、その最低駆動電圧 + 1 0 V の電圧を印加し、極性を反転させることにより、黒色～白色の表示を繰り返した。

表示機能の評価は、初期コントラスト比、1 0 0 0 0 回繰り返し後のコントラスト比、さらに 5 日放置後コントラスト比を反射画像濃度計を用いて測定した。ここで、コントラスト比 = 黒色表示時反射濃度 / 白色表示時反射濃度とした。なお、参考までに、初期コントラスト比に対する、1 0 0 0 0 回繰り返し後及び 5 日放置後のコントラスト比保持率を求めた。

【 0 0 3 6 】

実施例 1

画像表示装置を以下のようにして作製した。

(A) 絶縁体薄膜の形成

まず、厚さ約 5 0 0 Å の酸化インジウム電極を設けたガラス基板上に、フッ素樹脂 : L F 7 1 0 N (旭ガラス製) を厚み 1 . 0 μm となるようにコーティングして絶縁体薄膜を形成した。

(B) 隔壁の形成

次に、無機粉体として SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Bi_2O_3 及び ZnO の混合物を溶融、冷却、粉碎したガラス粉体を、樹脂として熱硬化性のエポキシ樹脂を準備して、溶剤にて粘度 1 2 0 0 0 c p s になるように調整したペーストを作製した。その後、ペーストを (A) で前記絶縁体薄膜を形成した基板全面上に塗布し、1 5 0 °C で加熱硬化させ、この塗布～硬化を繰り返すことにより、厚み (隔壁の高さに相当) 2 0 0 μm になるように調整した。次に、ドライフォトレジストを貼り付けて、露光～エッチングにより、ライン 5 0 μm 、スペース 2 0 0 μm 、ピッチ

2.50 μm の隔壁パターンが形成されるようなマスクを作製した。次に、サンドブラストにより、所定の隔壁形状になるように余分な部分を除去し、所望とするストライプ状隔壁を形成した。

【0037】

(C) 画像表示装置の製造

アクリルウレタン樹脂EAU53B（亜細亜工業製）／IPDI系架橋剤エクセルハードナーHX（亜細亜工業製）にCB（カーボンブラック）4 phr、荷電制御剤ボントロンN07（オリエント化学製）2 phr（phrとは樹脂100重量部に対する重量部）を添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して画像表示用粒子Aを作製した。

アクリルウレタン樹脂EAU53B（亜細亜工業製）／IPDI系架橋剤エクセルハードナーHX（亜細亜工業製）に酸化チタン10 phr、荷電制御剤ボントロンE89（オリエント化学製）2 phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して粒子を画像表示用粒子Bを作製した。

次に、(B)で隔壁を設けた約500 Å厚みの酸化インジウム電極を設けた一対のガラス基板を、間隔400 μm になるようにスペーサーで調整し、そのガラス基板間に、前記粒子A及びBを入れ、ガラス基板周辺をエポキシ系接着剤にて接着すると共に、粒子を封入し、画像表示装置を作製した。

粒子Aと粒子Bの混合率は同重量づつとし、それら粒子のガラス基板間への充填率は60vol%となるように調整した。

画像表示装置内の空隙を埋める気体は、相対湿度40%RHの空気とした。

前記(1)～(6)に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表1に示す。

【0038】

実施例2

実施例1において、厚さ約500 Åの酸化インジウム電極を設けたガラス基板上に、フッ素樹脂をコーティングする代わりに、メチルメタクリレート（90重量%）及びパーフロロオクチルエチルメタクリレート（10重量%）をロールコーターにより塗布しUV硬化させて厚さ800 nmのコーティングを行った以外

は、同様にして、画像表示装置を作製した。

前記(1)～(6)に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表1に示す。

【0039】

実施例3

実施例1において、厚さ約500Åの酸化インジウム電極を設けたガラス基板上に、フッ素樹脂をコーティングする代わりに、 SiO_2 をスパッタリングし厚さ200nmのコーティングを行った以外は、同様にして、画像表示装置を作製した。

前記(1)～(6)に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表1に示す。

【0040】

実施例4

実施例1において、厚さ約500Åの酸化インジウム電極を設けたガラス基板上に、フッ素樹脂をコーティングする代わりに、 C_3F_6 をプラズマ重合し厚さ1.5μmのコーティングを行った以外は、同様にして、画像表示装置を作製した。

前記(1)～(6)に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表1に示す。

【0041】

実施例5

実施例1において、厚さ約500Åの酸化インジウム電極を設けたガラス基板上に、フッ素樹脂：LF710Nをコーティングする代わりに、フッ素樹脂：カイナー2500（アトフィナジャパン製）と変更し、厚さ3.0μmのコーティングを行った以外は、同様にして、画像表示装置を作製した。

前記(1)～(6)に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表1に示す。

本実施例においては、樹脂はフッ素樹脂であるが、電荷減衰が大きいため、表示機能評価における保持率がやや低下している。

【0042】

実施例 6

実施例 1 において、画像表示用粒子 A 及び B の粒子作製の際の粉碎条件を変えて粒子 Span を変更した以外は同様にして、画像表示装置を作製した。

前記 (1) ～ (6) に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表 1 に示す。

本実施例においては、粒子 Span が大きいため、表示機能評価の耐久性がやや低下した。

【 0 0 4 3 】

実施例 7

実施例 1 において、隔壁を形成しなかった以外は同様にして、画像表示装置を作製した。

前記 (1) ～ (6) に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表 1 に示す。

本実施例においては、隔壁が無いため、表示機能評価の耐久性がやや低下した。

【 0 0 4 4 】

比較例 1

実施例 1 において、基板を絶縁体で薄膜コーティングしなかった以外は同様にして、画像表示装置を作製した。

前記 (1) ～ (6) に従い絶縁体特性、粒子特性及び画像表示装置の機能評価の結果を表 1 に示す。

本比較例においては、絶縁体でコーティングしていないため、駆動電圧が大幅に悪化した。

【 0 0 4 5 】

【表 1】

表 1

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	比較例1
粒子A	樹脂	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX	EAU53B/HX
	添加物	CB,ホントロンN07	CB,ホントロンN07	CB,ホントロンN07	CB,ホントロンN07	CB,ホントロンN07	CB,ホントロンN07	CB,ホントロンN07	CB,ホントロンN07
	含水量	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%
	不溶率	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
	Span	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	5.2	1.2	1.2
粒子B	樹脂	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX	EAU204B/HX
	添加物	TiO ₂ ,ホントロンE89	TiO ₂ ,ホントロンE89	TiO ₂ ,ホントロンE89	TiO ₂ ,ホントロンE89	TiO ₂ ,ホントロンE89	TiO ₂ ,ホントロンE89	TiO ₂ ,ホントロンE89	TiO ₂ ,ホントロンE89
	含水量	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%	2.1重量%
	不溶率	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
	Span	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	6.1	1.5	1.5
基板への絶縁体薄膜	絶縁体	LF710N	フッ素含有アクリル	SiO ₂ スパッタ	フッ素化合物プラズマ	カイター2500	LF710N	LF710N	なし
	膜厚[μm]	1.5	0.8	0.2	1.5	3	1.5	1.5	-
	体積抵抗[Ω・cm]	1.2×10 ¹⁵	2.5×10 ¹⁴	5.2×10 ¹⁵	3.7×10 ¹⁴	1.3×10 ¹³	1.2×10 ¹⁵	1.2×10 ¹⁵	-
	帯電電位(V)	760	760	760	310	30	760	760	-
空隙に用いた気体の相対湿度(%RH)		40	40	40	40	40	40	40	40
隔壁の有無		有り	有り	有り	有り	有り	なし	有り	有り
表示機能評価	最低駆動電圧(V)	15	15	13	20	38	22	15	250
	初期のコントラスト比	8.7	8.8	8.6	8.5	8.9	8.7	8.8	9.2
	10000回後のコントラスト比(保持率)	7.83 (90%)	7.91 (90%)	8.1 (94%)	7.92 (93%)	7.83 (88%)	6.96 (80%)	7.13 (81%)	8.28 (90%)
	5日放置後のコントラスト比(保持率)	7.40 (85%)	7.70 (87%)	7.80 (91%)	7.51 (88%)	6.14 (69%)	6.18 (71%)	7.39 (84%)	7.73 (84%)

【0046】

【発明の効果】

本発明の画像表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、粒子を移動させ画像を表示する画像表示装置において、基板の粒子が接触する面が体積抵抗 10^{12} [Ω・cm] 以上の絶縁体で薄膜コーティングし、絶縁体薄膜を設けることにより、安価で画像表示装置を提供でき、かつ、画像表示装置の安定性向上と駆動電圧低減の両立を可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の画像表示装置における表示方式を示す説明図である。

【図2】

本発明の画像表示装置における表示方式を示す説明図である。

【図3】

本発明の画像表示装置の構造を示す説明図である。

【図 4】

表面電位の測定法を示す説明図である。

【図 5】

本発明の画像表示装置における基板の形状の一例を示す図である。

【図 6】

本発明の画像表示装置における隔壁の製造工程を示す説明図である。

【図 7】

本発明の画像表示装置における隔壁の製造工程を示す説明図である。

【図 8】

本発明の画像表示装置における隔壁の製造工程を示す説明図である。

【図 9】

本発明の画像表示装置における隔壁の製造工程を示す説明図である。

【図 1 0】

本発明の画像表示装置の機能評価において、最低駆動電圧の測定方法を示す図である。

【符号の説明】

1、2：基板

3：粒子

4：隔壁

21：チャック

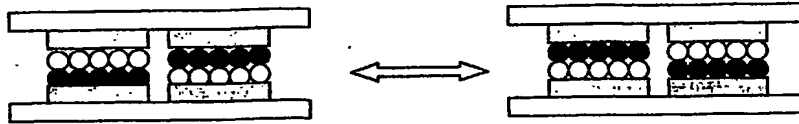
22：コロトロン放電器

23：表面電位計

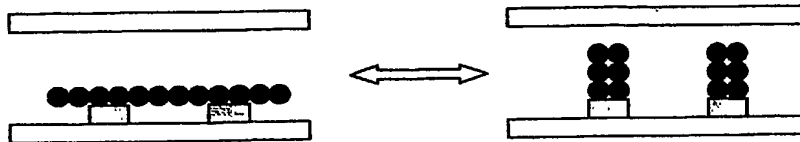
【書類名】

図面

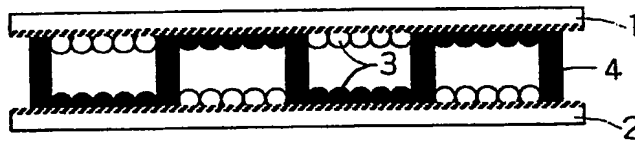
【図 1】



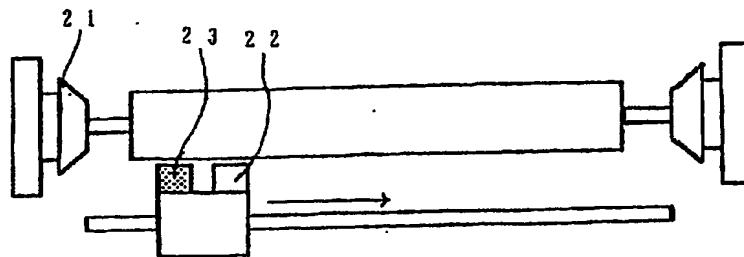
【図 2】



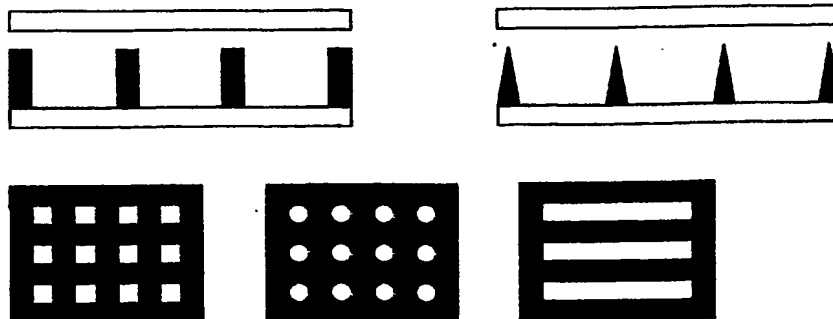
【図 3】



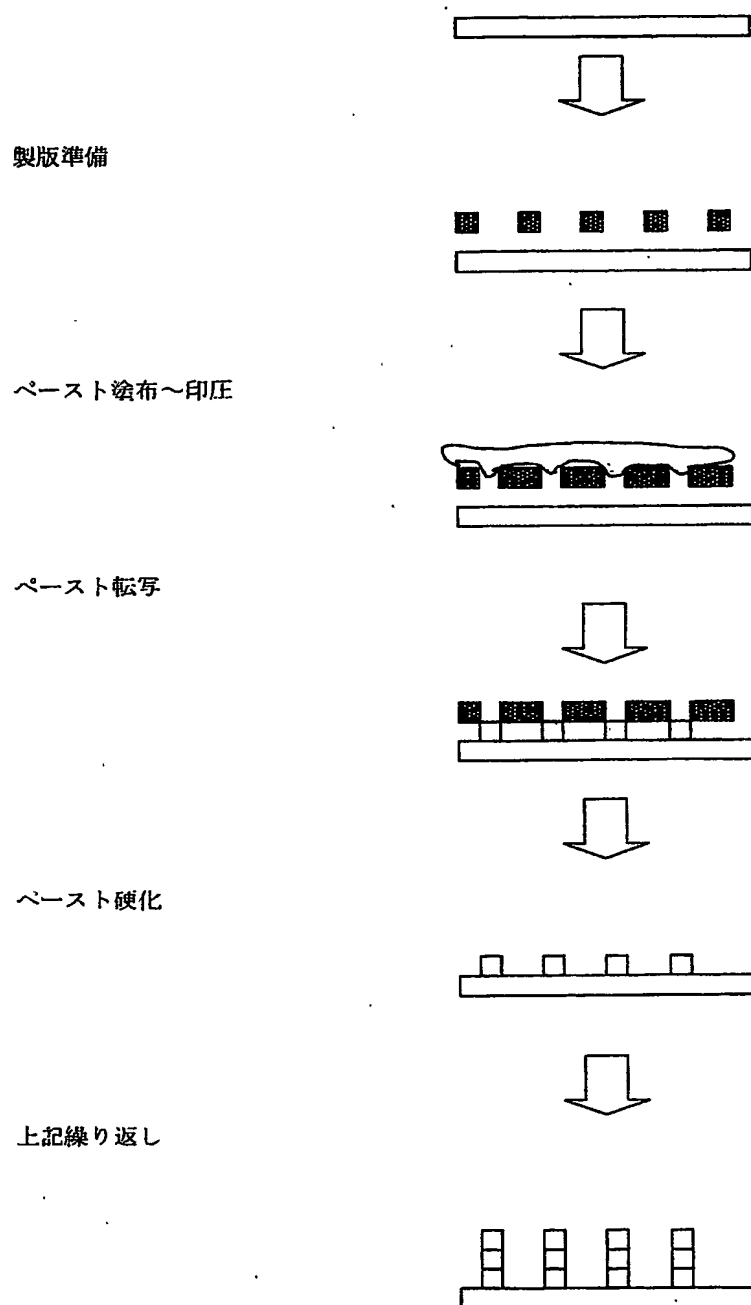
【図 4】



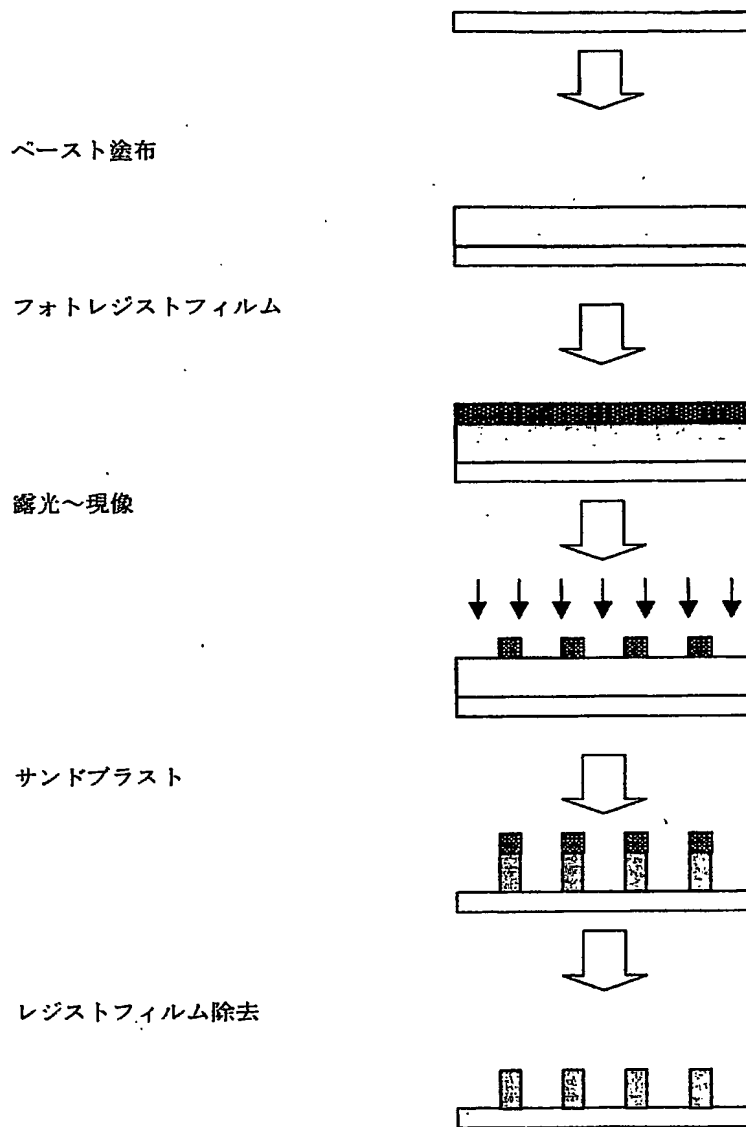
【図 5】



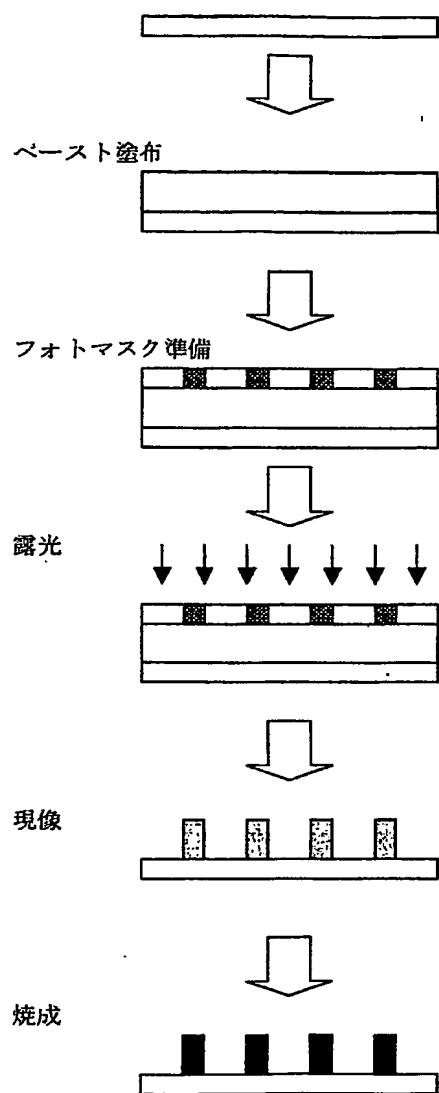
【図 6】



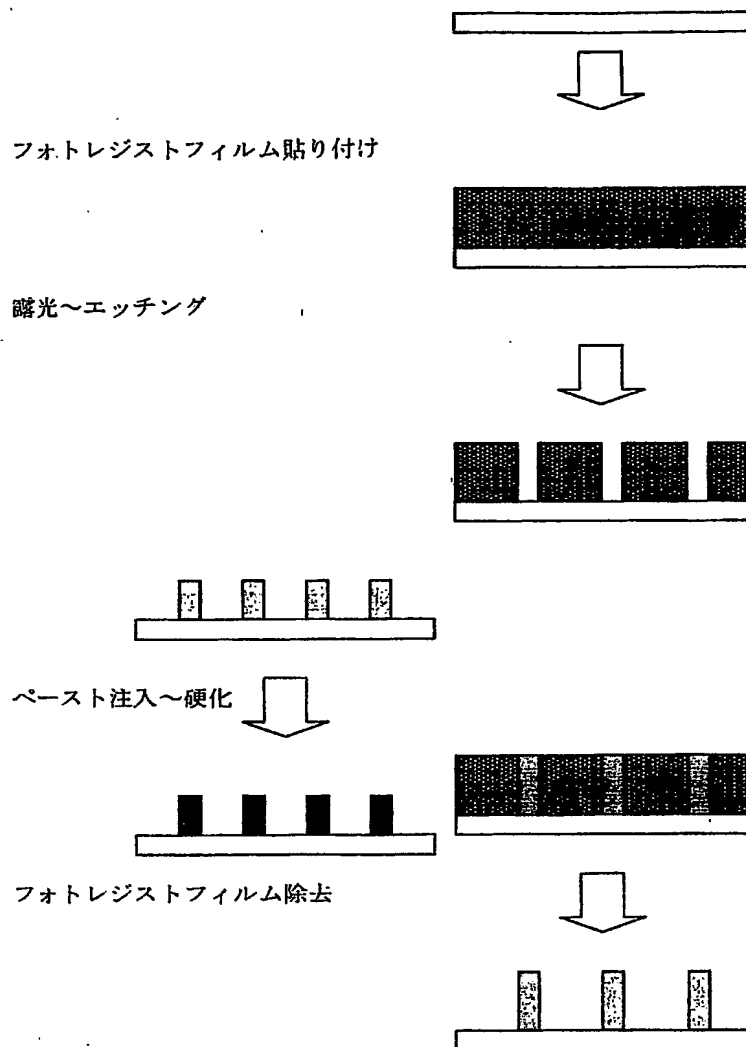
【図 7】



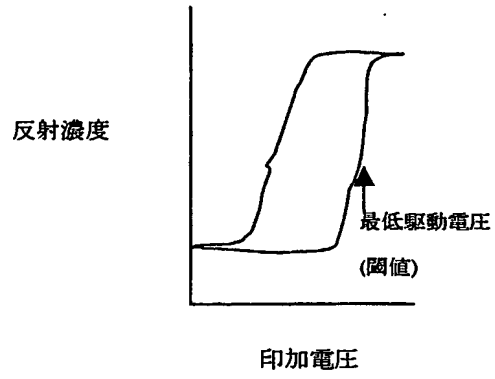
【図 8】



【図9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価な、かつ、安定性向上と駆動電圧低減の両立を可能にする画像表示装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、粒子を移動させ画像を表示する画像表示装置において、基板の粒子が接触する面が体積抵抗 $10^{12} [\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の絶縁体で薄膜コーティングされ、絶縁体薄膜が設けられていることを特徴とする画像表示装置である。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005278]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都中央区京橋1丁目10番1号
氏 名 株式会社ブリヂストン